Aus der Chirurgischen Klinik der Universität München
Vorstand: Professor Dr. G. Magnus

Der Blitzschlag

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen
Ludwig-Maximilians-Universität in München

vorgelegt von

Max Bleyer
aus München

München 1939
Buchdruckerei J. B. Graßl, München 15, Goethestraße 12, Fernsprecher 55 2 70

Meinen Eltern
aus Dankbarkeit gewidmet

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Medizinischen Fakultät
der Bayerischen Ludwig - Maximilians - Universität zu München.

Referent:
Priv.-Dozent Oberarzt Dr. Jaeger.

Dekan:
Prof. Dr. Dabelow.

Tag der mündlichen Prüfung:
25. Juli 1940.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548311_0078

Der Blitzschlag

Mit dem Eintritt warmer Witterung häuft sich die Zahl der Gewitter. Es kommt dann nicht selten durch die mit vielen Tausenden von Pferdekräften zu bemessende atmosphärische Entladung, durch die respektable Gewalt des Blitzschlages zu Verletzungen, die in der Medizin eine Sonderstellung einnehmen.

Durch den Blitz kann zwar jeder am Orte des Gewitters wohnende Mensch bedroht werden, für gewisse Leute besteht aber sogar eine erhöhte Blitzgefahr, z. B. beim Aufenthalt in einzelstehenden Gebäuden mit erhöhter Lage, zumal in nächster Nähe eines Sees, für Windmühlen und für die Oberfläche eines tiefen Wassers. Von erhöhter Blitzgefahr bedroht sind ferner alle Arbeiter bei elektrischen Anlagen und Apparaten, gleichgültig, ob sie mit Fernleitung verbunden sind oder nicht. Vom Standpunkt der Unfallslehre wird daher eine Blitzschlagverletzung als Unfall folgendermaßen charakterisiert: „Ein Betriebsunfall liegt nur dann vor, wenn der Verletzte durch den Betrieb und durch seine Beschäftigung in demselben, im Augenblick des Unfalls einer erhöhten Blitzgefahr, nicht bloß einer Blitzgefahr des täglichen Lebens ausgesetzt gewesen ist."

Es ist also von Wichtigkeit zu wissen, wie Blitschlagverletzungen beschaffen sind und wirken. Die Kenntnis dieser Materie ist mit Rücksicht auf eventuelle Rettungsmaßnahmen für alle Bevölkerungskreise von Interesse, die in mehr oder weniger starker Weise durch einen Blitzschlag bedroht werden können, sie ist von ganz besonderem Interesse für die Kreise der Arbeiter und Elektrotechniker, die beim Gewitter einer erhöhten Blitzgefahr ausgesetzt sind.

Die menschliche Haut vermag bis zu einem gewissen Grade Elektrizität zu leiten, ohne daß sie Schaden erleidet. Wird ihr aber, wie durch den Blitz, eine außerordentlich große Elektrizitätsmenge zugeführt, so verwandelt sich innerhalb der Haut, in den Zellen, die Elektrizität in Wärme, und durch diese Erhitzung werden eine ganze Reihe von Zellen und Gewebepartien zerstört. Es entsteht keine eigentliche Brandwunde, sondern eine brandwundenartige Verletzung, die sogenannte Strommarke. Die betroffenen Gewebe sehen oft wie gekocht aus, sind häufig schußähnlich zerstört oder zeigen wachsartiges, glänzendes Aussehen.

Die Eigenart der Entstehung dieser verbrennungsähnlichen Zerstörungen der Haut läßt es begreiflich erscheinen, daß unter einem unversehr-

ten Kleidungsstück sich tiefgehende Zerstörungen der Haut befinden. Selbstverständlich können durch den Blitzschlag auch die Kleidungsstücke selbst ungewöhnlich heiß werden und so echte Brandwunden auf der darunterliegenden Haut entstehen. Die durch den Blitzschlag entstehenden, brandwundenartigen Verletzungen zeigen eigentümliche Formen, wie sie in der Folge besonders von St. Jellinek und anderen Autoren eingehendst beschrieben werden. Oft verlaufen sie in einer fingerbreiten Schärpe von der rechten Schulter zur linken Hüfte, zuweilen sieht man eine streifenförmige Verbrennung spiralförmig um eine Extremität verlaufen. Die genaue geometrische Begrenzung, die Ausdehnung und der Verlauf entsprechend einer bestimmten Muskelgruppe ist besonders auf unversehrter Kleidung ein charakteristisches Zeichen für Blitzschlagverletzungen.

Die durch eine Reihe rasch aufeinanderfolgender hin und hergehender Funken beim Blitzschlag wirkende elektrische Entladung ruft auf der Haut sogenannte Blitzfiguren hervor, die auch später noch von Jellinek in seinem Werk über „Elektrische Verletzungen" beschrieben werden. Diese sind im frischen Zustande scharlachrot, werden allmählich blasser und verschwinden häufig nach ein bis zwei Tagen; oft zeigen sich auf der Haut Streifen, wie sie nach Quetschungen gesehen werden, in seltenen Fällen bleiben weißliche, wie gezähnte, narbenähnliche Spuren zurück, die nach wenigen Tagen vergehen. An den Stellen, wo Abschürfungen und brandartige Verletzungen der Haut hervorgerufen sind, tritt mitunter eine dunkelbraune, gleichmäßige Verfärbung der Haut schon in den ersten Tagen nach dem Blitzschlag auf, und zwar zuerst nur in der allernächsten Umgebung der Verletzungen und dann in deren Umgebung. Die Färbung nimmt an Intensität zu, und auch die vernarbte Stelle erscheint braun pigmentiert.

Im direkten Anschluß an eine Blitzschlagverletzung oder im Verlauf der nächstfolgenden Zeit können manchmal Geistesstörungen beobachtet werden. Viele Leute vergessen überhaupt den Vorfall der Verletzung und die ihm kurz vorausgegangenen Ereignisse: „Sie machen zeitlich und örtlich falsche Angaben, bald wollen sie Blitz und Donner wahrgenommen haben, bald darüber nichts Näheres wissen." Eine nach Stunden oder Tagen in vollkommene Besserung übergehende Lähmung einzelner Körperteile oder ganzer Körperhälften wird gar nicht selten geschehen. Wenn keine Verletzung eines Organs vorliegt, so pflegen die nervösen Erscheinungen nach einigen Tagen oder Wochen vollkommen zurückzugehen. Freilich kann der Blitzschlag auch die Ursache irgend eines Entartungsprozesses am Nervensystem sein. Diesbezügliche Beobachtungen hat L. Kunze in ihrer Arbeit:

„Beitrag zu Blitzfolgen und Starkstromverletzungen am Zentralnervensystem" angestellt. (Siehe umseitig.) Wer einmal vom Blitzschlag getroffen gewesen ist, zeigt meist beim Auftreten eines Gewitters große

Aufgeregtheit und Ängstlichkeit: „Kräftige und vorher furchtlose Männer beginnen oft zur Zeit heftiger Gewitter zu jammern und suchen wie Kinder ein dunkles Versteck." Unter den Augenverletzungen sind am häufigsten Trübungen der Linse, die als direkte Elektriziätswirkungen angesprochen werden. An den Ohren tritt häufig vorübergehende Schwerhörigkeit, oder Taubheit auf. Zu den inneren Störungen, die als Folge einer Blitzschlagverletzung auftreten, gehören: Allgemeines krankhaftes Gefühl, Kopfschmerzen, Mangel an Appetit, Störungen der Darmtätigkeit, Schlaflosigkeit, Unruhe, Kältegefühl, Gelenkanschwellung mit nachfolgender Entzündung, vorübergehende Eiweißausscheidung und selten mal unstillbares Erbrechen, Gelbsucht mit Fieber, sowie Blutungen aus den Geschlechtsorganen und dem Darm. Über das Zustandekommen dieser Symptome und Einzelheiten der Erklärung siehe nachfolgende Abhandlungen verschiedener Autoren.

Der Tod im Anschluß an eine Blitzverletzung ist bedingt durch anatomische Verletzungen lebenswichtiger Organe und den außerordentlich heftigen Shock. In der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks kommt es zu feinsten Blutaustritten, Zellzertrümmerungen und Kernverlagerungen. Die Kleidung eines von Blitzschlag Getöteten zeigt meistens unregelmäßige Zerreißungen, selten regelmäßige Öffnungen oder lochförmige Durchschlagungen. In einem Falle ist z. B. „einem Bauernburschen ein neuer Röhrenstiefel in derart zerfetztem Zustande vom Fuß gerissen worden, als ob darin eine Explosion stattgefunden hätte. Der Fuß des Burschen ist merkwürdigerweise unverletzt geblieben".

In der Folge führe ich verschiedene Referate von Autoren an, die zum Teil neue Erkenntnisse, beziehungsweise Beobachtungen an Blitzschlagverletzten oder ähnlichen Unfällen beschreiben.

Jellinek Stefan:

Beitrag zum Thema „Blitzschlag" aus dem Buch des Verfassers: Elektrische Verletzungen. (Verlag A. Barth, Leipzig.)

Als besonders wertvoller Beitrag zum Studium des Aufmerksamkeitsproblems gehört der Unfall des deutschen Meteorologen Prof. Dr. H. v. F., der durch einen Blitzschlag verursacht wurde.

Prof. F. geriet am Matterhorn in ein Hochgewitter, vor welchem er mit seinem Begleiter unter einem Felsvorsprung Schutz zu suchen bemüht war, eine schwere Entladung folgte der anderen, Prof. F. wartete gespannt, getroffen zu werden: Dreimal wurde er von einer Blitzladung, und zwar im Rücken, der keine Deckung gefunden hatte, getroffen, dabei auch seine Kleider zerrissen, trotzdem blieb F. nach allen drei Einschlägen bei voller Besinnung. Erst als er vom vierten Blitzschlag getroffen wurde, glaubte er für einen kurzen Augenblick die Besinnung verloren zu haben. Trotz körperlicher Verletzungen war Prof. F. im-

stande, gleich darauf den Abstieg fortzusetzen und ist auch weiterhin ohne Gesundheitsstörungen geblieben.

Bei der kritischen Prüfung des Aufmerksamkeitsmomentes als einer gewollten psychomotorischen Schutzfunktion (mit ihren Nebenwirkungen seitens der Atmung, des Blutdruckes, der Anspannung der Muskeln, der Sinnesorgane usw.) gegen die Dynamik des elektrischen Traumas müssen auch Beobachtungen aus der elektrischen Unfallpraxis genannt werden, welche gegen die Bedeutung des Aufmerksamkeitsmomentes zu sprechen scheinen. Hierher gehören Unfälle, von denen erprobte und als absolut verläßlich geltende Ingenieure und Elektroarbeiter getroffen werden, während einer Arbeit, welche sie wegen ihrer Gefährlichkeit mit besonderer Aufmerksamkeit durchführen und auf einmal in ganz unbegreiflicher Weise „mit der Hand in die Spannung hineinfahren". Es ist kein äußerer Anlaß für diesen Fehlgriff auffindbar, das Geschehnis ist für die Unfallszeugen ein Rätsel, und fragt man den Verunglückten, wenn er die Elektrisierung überlebt, warum er in die Spannung hineingegriffen habe, vermag er sich selber keine Rechenschaft darüber abzulegen und antwortet: „Ich weiß es nicht". Angesichts eines solchen Unglücksfalles scheint die ganze Lehre vom Aufmerksamkeitsproblem zu versagen, in Wirklichkeit aber hat nicht die Lehre, sondern die Aufmerksamkeit selber versagt: Der Verunglückte hat wohl mit gespannter Aufmerksamkeit gearbeitet, doch jeder weiß, daß dieser Spannungszustand unseres Bewußtseins manchmal ganz plötzlich abreißt, es tritt eine Zäsur ein, der Gedankengang reißt ab, ein Redner versagt, ein Elektromonteur verfehlt das Ziel und vergreift sich.

Ein anderer Unfall, beschrieben von Jellinek.

Die 90jährige Frau P. (28. VI. 1924) berührte eine auf dem Tische stehende Messinglampe, die während eines Blitzschlages plötzlich aufgeflammt war; die alte Frau wurde elektrisiert, zu Boden geworfen, erlitt schwere Verletzungen der rechten Hand, erhob sich aber gleich selbst vom Boden und hatte die Shockwirkung rasch überwunden. Die Heilung der schwer verletzten Hand vernahm einen günstigen Verlauf, die Frau blieb immer bei Appetit und guter Laune, doch ist sie zwei Monate später einer plötzlich auftretenden Lungenentzündung zum Opfer gefallen.

Blitzschlagverletzungen, beobachtet an zwei graviden Frauen.
(Jellinek: Elektr. Verletzungen.)

Beide Frauen befanden sich am normalen Ende der Gravidität, beide blieben nach dem Blitzschlag mehrere Minuten bewußtlos liegen, beide erholten sich innerhalb von Stunden und haben keinerlei Störung ihrer Schwangerschaft erlitten: Die 27jährige Berta G. (secundipara) hat 15 Tage nach dem Blitzschlag, und zwar am 28. VII. 1920 in Oberlaa bei Wien in normaler Weise ein frisches und lebenskräftiges Kind zur

Welt gebracht, die 31jährige Maria G. (V-para) hat 40 Tage nach dem Blitzschlag (23. VII. 1905) in Oberbuchberg in Steiermark ein „starkes und kräftig gebildetes Kind" zur Welt gebracht.

Zu verweisen wäre noch auf tierexperimentelle Untersuchungen. In Übereinstimmung mit den Beobachtungen aus der Unfallpraxis und Pathologie der Blitzschäden zeigt es sich, daß auch hochträchtige Tiere und ihre Leibesfrüchte mit einer auffälligen Toleranz gegenüber dem elektrischen Trauma ausgestattet sind. Wenn auch die hiefür entscheidenden biologischen Unterlagen noch nicht klar zu Tage liegen, so dürfte doch aus den Beobachtungen und Untersuchungen die Folgerung abgeleitet werden, daß der bisher eingenommene Standpunkt der Medizin „Ausführung der Sectio cäsarea zwecks Rettung des Kindes" nicht mehr aufrechterhalten werden kann, daß vielmehr die Forderung aufgestellt werden müsse, künstliche Atmung, Lumbalpunktion und sonstige Wiederbelebungsmittel anzuwenden und zu trachten, nicht bloß die Frucht, sondern auch die scheintote Mutter zu retten. Es scheint, daß nicht nur die Leibesfrucht, sondern auch Säuglinge und überhaupt Kleinkinder bis zum 3. und 4. Lebensjahr — vielleicht vermöge ihrer noch primitiven Seelenstruktur — dem elektr. Trauma i. e. der Shockwirkung eine auffällige Resistenz entgegenzustellen befähigt wären.

Blitzfiguren. (Jellinek: Elektr. Verletzungen.)

Es sind dentritisch angeordnete Zeichnungen in der Haut vom Blitzschlag getroffener Menschen, einmal in sehr feinen, dünnen Linien, ein anderes Mal mehr in breiter Streifenform. Die Haut ist in diesem Bereich entweder nur einfach gerötet (Erythem), oder leicht oberflächlich verschorft, oder nur in den obersten Schichten vertrocknet.

Waren alle soeben geschilderten Beiträge zum Thema: „Blitzschlag" vornehmlich herausgegriffen aus dem Buch von Jellinek: „Elektrische Verletzungen", so sollen die nun folgenden Referate die Ansichten und Erfahrungen der verschiedensten Autoren wiedergeben.

Der Übersicht halber habe ich die vielen Literaturbeiträge geordnet und zwar nach dem Zeitpunkt der Erscheinung in den einzelnen einschlägigen medizinischen Zeitschriften.

1931

Schilf E.:

Ungewöhnliche Folgen eines elektrischen Unfalles.

Elektrischer Unfall, Verbrennungen am linken Zeigefinger, Gesichtsmuskulatur mitbetroffen, Muskelzerreißungen und Knochenfracturen entstanden. Wahrscheinlich bedingt durch die in höchster Lebensgefahr ausgeführten Bewegungen der Schulter und Armmuskulatur, die überdies unter Strom standen. Hiedurch wird der eine oder andere Muskel

zu einer elektrisch bedingten Kontraktion veranlaßt, wodurch es nicht zu einer koordinierten Bewegung kommt. Vielleicht ist auch unter Strom stehendes Gewebe (Knochen) abnorm brüchig.

Pietrusky F.:

Über den tödlich elektrischen Unfall. (Med. Klin. 1930).

Er erwähnt die vom Laien viel zu wenig bekannte Tatsache, daß Strom geringer Spannung zum Tod führen kann, während hochgespannte Ströme meist nur Verbrennungen, aber seltener den Tod zur Folge haben.

Schwarz H.:

Gutachten über die Frage des ursächlichen Zusammenhangs von Hemiplegie und elektrischen Unfall. (Nerv.Klin. Charité Bln.)

50jähriger Mann mit Atherosklerose mittleren Grades erlitt einen elektrischen Unfall bei der Befreiung eines elektrisierten Arbeiters. Er faßte an einem Regentag, an dem Material, Boden und Hände feucht waren, links mit der blanken, rechts mit der durch einen Jackenzipfel geschützten Hand einen 220 V Wechselstrom führenden Draht an. Der Strom soll etwa eine halbe Minute durch seinen Körper gegangen sein. Unmittelbar hernach hatte er Herzanfälle und unangenehme Sensationen, konnte aber noch ohne Begleitung nach Hause gehen. Zwölf Stunden nach dem Unfall trat ein Schlaganfall mit linksseitiger Hemiplegie ein, die sich nach monatelangem Liegen soweit besserte, daß Laufen am Stock möglich wurde. Es blieb eine Schwäche des linken Armes und Beines.

Stöger K.:

Zur Klinik der elektr. Verletzungen. (Münchn. Med. W. 1931/II.)

Bei einer Starkstromverletzung fand ein Stromübergang über die rechte Stirne, rechten Oberarm und beiden Unterarmen statt, die Stromaustrittstelle lag über dem rechten Kniegelenk. Die Verletzungen waren wie ausgestanzt, kraterartig von einem — wie der Autor sagt — elektrischen Ödem umgeben. Schon nach sieben Tagen entwickelte sich eine Muskelatrophie im Bereich beider Schultergürtel. Am Ende der zweiten Woche entstand beiderseits eine Neuritis brachialis. An beiden Unterarmen entwickelten sich septische Nekrosen. Knochensequester stießen sich ab, der Nerv. ulnaris zeigte linksseitige Zerstörung. Bald hernach entwickelte sich noch eine einseitige radiäre Startrübung, die sich nach Monaten wieder zurückbildete. Diese umfangreichen Verletzungen heilten bei weitgehendster konservativer Behandlung relativ gut aus, sodaß der Verletzte wieder arbeitsfähig wurde. Stöger hält bei solchen Verletzungen die konservative Therapie für streng indiziert. Sehr geachtet werden muß in solchen Fällen auf arterielle Blutungen, die sich dabei im Verlauf der Krankheit einstellen.

Frühmann P.:

Die Gefahr der Behandlung von Knochenverletzungen nach elektr. Unfällen. (Zbl. Heir. 1931.)

An Hand eines beobachteten Falles wird die schädigende Einwirkung des elektr. Stromes auf den Knochen erörtert. Es handelt sich vielfach dabei um allerfeinste Spaltenbildung, die besonders Jellinek erwähnt hat. Als Folgerung ergibt sich daraus, daß man bei elektrischen Unfällen, bei denen klinische Symptome für Beteiligung eines Knochens sprechen, für Ruhigstellung sorgen muß und weiter, daß man Serienröntgenbilder anfertigen soll, um die Einzelheiten des Verlaufes klarzustellen.

Zadeck I. und H. Lichtenstein:

Lungenblutung nach elektrischem Unfall. (Dtsch. Z. Chir. 233, 1931.)

Mitteilung eines Falles, indem durch einen elektrischen Schlag (220 V) eine Blutung am rechten Lungenunterlappen zustande kam. Diese Lungenblutungen kommen durch Alveolarrisse zustande, welche infolge einer intrapulmonalen Drucksteigerung durch tetanische Muskelkontraktionen entstehen. Im beschriebenen Falle mußte wegen eines einmaligen Befundes von säurefesten Stäbchen im Sputun die Differentialdiagnose gegenüber Lungentuberkulose abgeklärt werden.

1932

Nobel G. und W. Löwenfeld:

Zur Kenntnis der Hautveränderungen bei elektrischer Starkstromverletzung. (Dermat. Z. 63, Wien.)

Ein 35jähriger Ingenieur, der in einen Stromkreis von 16 000 V. geriet, blieb ohne schwere Schädigung. Die an der Eintrittsstelle (Hand) und Austrittsstelle (Füße) sich findenden Strommarken haben die von Jellinek beschriebenen Eigenarten. Veränderungen einer vollkommen reaktionslosen, schmerzfreien Nekrose, die in ihrer Eigenart nur bei Verletzungen durch den elektrischen Strom vorkommt.

1933

Jellinek Stefan:

Klinik und Histopathologie der elektrischen Verletzungen. (Dtsch. Med. Wschr. 1932, II.)

Verfasser betont, daß nicht jede elektrische Verbrennung amputiert werden müsse, daß viele mit ausgezeichneter Funktion ausheilten, daß der Hirndruck ein häufiger Befund sei, der durch Lumbalpunktion wirksam bekämpft werden könnte und daß eigentlich schwere Entzündungen selten seien.

Pearl Felix:

Electric shock. Presentation of cases and review of the literature. (Arch. Surg. 27, San Franscisco.)

Pearl kommt zu der Ansicht, es sei wahrscheinlich, daß der Tod meist einem primären fibrillärem Flimmern der Kammermuskulatur nachfolge und zwar trotz heroischer Behandlung. Man finde keine Veränderungen bei der Leicheneröffnung. Mehr sei Hitze als Elektrolyse für die Erscheinungen maßgebend. Bei beginnender Atmungslähmung durch elektrischen Schlag mache man künstliche Atmung bis zur Erholung oder dem Tod. Beginnendem Vorhofflimmern begegne man mit Herzmassage und nachfolgender Einspritzung von Kaliumcarbonat. Der Wert sehr lange fortgesetzter künstlicher Atmung als lebensrettende Maßnahme bei Bewußtlosigkeit nach elektrischer Einwirkung scheint überschätzt worden zu sein. Belebende Einspritzungen, Sauerstoffinhalation gegen Shock sind nicht am Platze. Dagegen Kohlensäureeinatmung bei künstlicher Atmung ist atmungsanregend. Auch Lumbalpunktion hat sich manchmal bewährt. Elektrische Verbrennungsstellen soll man mit Ultraviolettstrahlen behandeln. Im großen und ganzen wende man chirurgische Maßnahmen hier nur mit Vorsicht an! Die Folgen des elektrischen Schlages sind mannigfach. Am meisten befallen erscheinen Skelett und Nervensystem.

Schilf E. und W. Sternberg:

Empfindlichkeit des Atmungszentrums von Katzen gegenüber faradischen Strömen.

Die Druckversuche am Boden der Rautengrube (von der die Atmung beeinflußt wird) ergaben, daß bei Katzen als Todesursache bei elektrischen Unfällen keine zentral ausgelöste Atemlähmung in Frage kommen kann. Die Todesursache sei beim Stromtode überhaupt nicht in seiner isolierten Schädigung eines Organs zu suchen, als mehr shockähnlicher Natur im Sinne eines anaphylaktischen Shocks.

Jellinek Stefan:

Klinik und Histopathologie der elektrischen Verletzungen.

Die elektrische Verletzung ist schmerz- und reaktionslos, frei von Blutaustritten. Die Narben der elektrischen Verletzungen werden im Lauf der Jahre ganz unauffällig und führen zu keiner funktionellen Benachteiligung der von ihnen gedeckten Gebilde und deren Umgebung, selbst wenn die Zerstörung mitten in das Knochengewebe hinein sich erstreckt hat. Die elektrischen Verletzungen zeigen in der Regel keine Neigung zu eitrigem Zerfall, entzündlicher Infiltration oder Wundinfektion. Sie heilt wie eine sterile Wunde mit mäßiger Sekretion, niedriger Fieber-

bildung, unter der Hauptbedingung, daß die Verletzung völlig unberührt bleibt. Auch bei Zerstörung von Sehnenscheiden, Eröffnung von Gelenkshöhlen ist von der konservativen Therapie nicht abzuweichen. Das abwartende Verhalten ist indiziert, da viele Weichteilverletzungen sich in der ersten Zeit als Nekrosen darstellen, während es sich in Wirklichkeit um außerordentliche Ischämien handelt, die durch hochgradige, stundenlang andauernde Gefäßkrämpfe bedingt sind. Ebenso günstig heilen in der Regel elektrische Knochenaffektionen aus. Reparatorische Prozesse (z. B. Callusbildung) fehlen. In seltenen Ausnahmen wird ein chirurgischer Eingriff notwendig sein. Bei plötzlichen lebensbedrohlichen Störungen des Allgemeinbefindens, wie Schüttelfrost mit hohem Fieber, cephalische Erscheinungen, Hämoglobinurie usw., da hier ursächlich die Lokalläsion im Bereich einer Extremität angesprochen werden muß, welche die Amputation unvermeidlich macht. Verschlimmerung des Allgemeinbefindens durch Drucksteigerung des Liquor cerebrospinalis wird durch Lumbalpunktion erkannt und beseitigt. Ferner sind im Bedarfsfall Blutstillungen Vorbbeugungsmaßnahmen gegen Thrombenbildung, wie Benzinkompressen durchzuführen. Ausfallserscheinungen des zentralen wie peripheren Nervensystems, Lähmungen, Krämpfe, Schmerzen, Trophoneurose usw. zeigen in den meisten Fällen die der elektrischen Verletzung große Heilungstendenz.

1935

Koeppen Siegfried:

Bemerkung zu elektrischen Unfällen.
(Münchner Med. Wschr. 1934, I.)

Der Verfasser weist hin, daß bei Einwirkung des elektrischen Stromes auf den Menschen die physikalischen Gesetze allein maßgebend sind. Die Grenze der tödlichen Stromstärken beginne bei etwa 80 mA und reiche bis 4 A herauf. Es trete dabei ein vorübergehender Blutdruckanstieg mit nachfolgendem Abfall und Kreislaufstillstand ein. Im Ekg. wird Herzflimmern registriert. Die Atmung bleibe fast noch in jedem Falle einige Minuten bestehen. Bei Gehirndurchströmung von Schläfe zu Schläfe, oder vom Scheitel zum Kinn treten Atmungslähmungen auf und geringe Blutdrucksteigerungen. Bei geringen Stromstärken zwischen 25 bis 80 mA trete ein Kreislaufstillstand bis zu 30 Sekunden ein, ohne gröbere nachfolgende Störungen. Es konnte ein Kranker beobachtet werden, der kurz nach dem Unfall deutliche Störungen im Ekg. aufwies, die schon nach einem halben Jahr fast abgeklungen waren. Ganz geringe Stromstärken ohne Rhythmusstörung des Kreislaufes. Das Ergebnis der Obduktion zeigt bei Tieren als Ausdruck der Kreislaufstörung hochgradige Stauung sämtlicher innerer Organe, besonders in Milz, Leber, Niere, Lungen prallgefüllte Venen, Blut-

punkte auf den serösen Häuten. Die Ergebnisse der Obduktion beim Menschen stimmen mit diesen Ergebnissen weitgehend überein, wenn man berücksichtigt, daß die Tierobduktion sofort, die der Verunglückten oft erst Tage nach dem Tode gemacht werden. Den von Jellinek geprägten Begriff der Strombereitschaft lehnt der Verfasser ab. Es komme lediglich auf die physikalischen Verhältnisse an.

Walther Herbert:

Untersuchungen über die innersekretorischen Drüsen bei elektrischem Tod. (Med. Poliklinik Univ. Leipzig 1934.)

Es standen 152 Sektionsprotokolle zur Verfügung. Es wurde darauf geachtet, ob Menschen mit Status thymico-lymphaticus zu tödlichen Unglücksfällen neigen, wenn sie einen elektrischen Schlag erleiden. Ein Status thymicolymphaticus fand sich in 6% der Fälle. Walther vertritt die Ansicht, daß dem Status thymicolymphaticus beim elektrischen Tode keine überragende Bedeutung zukommt. Allein Stromstärke und Einwirkungsdauer bedingen den elektrischen Tod. Er ist fast unabhängig von der Spannung. Er tritt ein durch Gefäßlähmung und Herzflimmern. Daraufhin vorgenommene Tierexperimente ergaben nur venöse Hyperämie fast aller endokrinen Organe: besonders hochgradige venöse Stauung in der Leber und Milz. Das Parenchym war nirgends verändert.

Jellinek Stefan:

Über dringliche Eingriffe bei elektrischen Unfällen. (Tung Chi 9.)

Bei Starkstromverletzungen hat man früher die Prognose immer zu ungünstig gestellt und hat deshalb energische therapeutische Maßnahmen unterlassen. Der Fehler, der bei verunglückten Menschen immer gemacht wurde, war, daß mit der künstlichen Atmung zu spät begonnen und zu früh aufgehört wurde. Die künstliche Atmung soll solange fortgesetzt werden, bis spontane Atemzüge beginnen. Dabei darf das Herz nicht zu stark gepreßt werden. Der Erfolg bleibt bei der künstlichen Atmung aus, wenn Gehirn und Medulla unter zu hohem Druck stehen, der auf über 300 ccm Wasser steigen kann. Wenn daher nach 15 Minuten künstlicher Atmung dieselbe nicht wieder in Gang kommt, so muß man sofort eine Lumbalpunktion vornehmen. Diese Drucksteigerung kann auch erst nach Stunden eintreten, wenn man den Patienten schon gerettet glaubt. Atmung und Pulsschlag setzen aus, es treten Kopfschmerzen ein und Bewußtlosigkeit. Es muß dann evtl. mehrmals eine Lumbalpunktion vorgenommen werden. Eine Spätgefahr der Starkstromverletzung ist die Blutung die nach 3 bis 4 Wochen eintritt, wenn das geschädigte Gewebe nekrotisch wird und sich abstößt. Früher ist oftmals die primäre Amputation ausgeführt worden, da man septische Zustände fürchtete. Die Starkstromwunden sind aber als aseptisch anzusehen. Eine Absetzung kommt nur in Frage, wenn sich Thrombosen

in Hautgefäßen gebildet haben, die zu Ernährungsstörung führen. Dies kann schon in wenigen Stunden geschehen. Es stellt sich dann Unbehagen, Unruhe und Hämoglobinurie ein. Heftige Schmerzen müssen uns an Knochen(brüche)verletzungen denken lassen. Durch den Starkstrom können feine Knochenfissuren entstehen oder auch Luxationen, die leicht übersehen werden. Wird die Niere stark geschädigt, so kommt es zur Anurie. Man legt dann Benzinkompressen auf die Nierengegend oder muß die Entkapslung der Niere vornehmen.

1936

Schrader G.:

Die Gefährdung durch den elektrischen Strom. (Med. Klin. 1935.)

Nach eigenen Beobachtungen von Sch. ist schon bei geringer Stromstärke mit Herzmuskelschäden zu rechnen. Da nun die Stromstärke, entsprechend dem Ohmschen Gesetz, umgekehrt proportional dem Widerstand ist, so ist es leicht verstehbar, in welcher Weise die Hautoberfläche durch Hornschicht, Trockenheit und Durchfeuchtung (Transpiration) diesen Widerstand beeinflussen kann, der zwischen wenigen und vielen 1000 Ohm zu schwanken vermag. Auch Umweltfaktoren (nasse oder trockene Kleidung, Schuhwerk, Bodenbeschaffenheit) spielen eine Rolle. Bei trockener Fußbekleidung fand man Widerstände von 150 000 Ohm, bei feuchtem Boden und Schuhwerk 1000 bis 2200 Ohm. Beton sonst ein guter Isolator, bei feuchter Witterung aber ohne selbst naß zu erscheinen, ein ausgezeichneter elektrischer Leiter.

Jellinek Stefan:

Trauma und Tod durch Elektrizität.

Jellinek faßt seine bekannten und monographisch niedergelegten Ergebnisse hier ganz kurz zusammen. Die strenge Scheidung des histologischen Bildes von Hitzeeinwirkung gegenüber elektrischen Strommarken hält Jellinek aufrecht. Das mikroskopische Bild einer echten elektrischen Strommarke sei vollkommen frei von Vakuolisierung, Koagulation, Colliquation, Destruktion von Änderungen des Tinktionsvermögens. Es treten rein physikalisch sich darbietende Veränderungen ein, indem entweder die Schichten der Oberhaut wie gepreßt oder gestanzt aussehen, oder es seien die polygonalen und kugeligen Zellen und Zellkerne des Rete Malpighii in longitudinale, stab- und stachelförmige Gebilde transformiert. Für die Veränderungen an den inneren Organen erkennt Jellinek an, daß im Vordergrunde die Symptome seitens des Gefäß- und Nervensystems stünden.

Critschley Macdonald:

Injuries from electricity and lightning. (Brit. Med. J. M. 3911.)

Es werden die Maßnahmen besprochen, die bei Verletzungen durch den elektr. Strom oder durch Blitz erforderlich sind. Neben der

wichtigsten Aufgabe der Befreiung des Opfers aus dem Stromkreis, erfordert die Behandlung des Shocks, des Scheintodes und der Bewußtlosigkeit durch künstliche Atmung und Herzmittel eine eingehende Besprechung. Zur Bekämpfung des drohenden Hirnödems wird neben Lumbalpunktion die intra-venöse Verabreichung hypertonischer NaCl Lösung (30% 30 ccm) oder die rectale Verabfolgung von Magnesiumsulfat empfohlen. Bei der Behandlung der Gewebsschädigungen wird das konservative Vorgehen und das primäre chirurgische Verfahren erwähnt und auf die Gefahr der Nachblutungen nach 2 bis 3 Wochen hingewiesen.

Kunze L.:

Beitrag zu Blitzfolgen und Starkstromverletzungen am Zentralnervensystem. (Jena Diss. 1936 Gerichtl. Med. Univ.)

Ernste Schädigungen des Zentralnervensystems sind selten. Insbesondere geht Kunze der Frage nach, ob eine Epilepsie nach Blitzschlag oder Starkstromverletzungen entstehen kann.

Krankengeschichte. Ein 19jähriger wird am 19. V. 1931 vom Blitze getroffen. Sofortige Widerbelebungsversuche sind erfolgreich. Lange Bewußtlosigkeit. Krampfanfälle. Ikterus. Nicht unerhebliche, nur langsam mit operativer Unterstützung heilende Verbrennungen. Im folgenden Jahr noch Klagen über Kopfschmerzen, rechtsseitige Sehkraftminderung und gelegentlich Schwindelanfälle.

Objektiv: Leichte Reflexdifferenzen, erhebliche Steigerung der Sehnenreflexe und linksseitige Ataxie des Armes. Die Annahme einer traumatischen Epilepsie war wahrscheinlich. Es handelt sich dabei um ein Krankheitsbild, das durch funktionelle Kreislaufstörungen bedingt ist und durch ein Trauma hervorgerufen wird.

Jellinek Stefan:

Pathologie und Therapie elektrischer Verletzungen.
(Wiener Med. Wschr. 1936, I.)

Die übergroße Anzahl der Menschen, die eine Elektrisierung erleiden, zeigen Shockwirkungen, welcher der Hauptsache nach als funktionelle Störungen in der Regel wieder besserungsfähig und vollständig reversibel sind. Daraus ergibt sich die Forderung, physikalische Mittel und Medikamente anzuwenden, welche die darniederliegenden Fuktionen wieder in Gang bringen sollen. Außer der künstlichen Atmung und den Herzmitteln, darf niemals die Lumbalpunktion vergessen werden, denn es kommt außer dem gewöhnlichen Shockerscheinungen oft zu mächtigem Druckanstieg und Vermehrung der Cerebrospinalflüssigkeit, diese kann auf die Reizwirkung des elektrischen Traumas zurückzuführen sein, oder es kann sich dabei um eine selektive Wirkung der

elektrischen Energie handeln. Wahrscheinlich ist das Letztere, weil sich stets pathognomische histologische Veränderungen in den betreffenden Geweben finden. Am Unfallsort ist aktives Vorgehen geboten (künstliche Atmung, Herzmassage, Lumbalpunktion, Venaesectio). In der Klinik aber ist in der Regel streng konservatives Verfahren am Platze. Nur bei Alarmsymptomen z. B. infolge von Embolien oder wandständigen Thrombosen. Hierher gehören auch heftige Schmerzen, die stets eine Röntgenuntersuchung erfordern, weil ihre Ursache oft in Luxationen, Abrißfracturen, Knochensprengungen usw. gelegen ist. Der Verlauf der örtlichen Läsion ist — abgesehen von der Blutungsgefahr — in der Regel sehr ruhig, frei von Komplikationen und bedarf einer streng konservativen Behandlung, nur in diesem Falle heilen die Wunden glatt und mit guten Narben aus.

1937

Burrows H. Jakson:

Three cases of Fracture resulting from electric shock. (Brit. J. Surg. 24.)

Nach Mitteilung von Fällen aus der Literatur über durch elektrischen Strom hervorgerufene Knochenbrüche berichtet Burrows über drei eigene Fälle, die in seiner Beobachtung gestanden haben. Es ist notwendig, zwischen Brüche mit und ohne mechanische Einwirkung (Sturz) zu unterscheiden. Der elektrische Strom kann außerordentlich verschieden auf die Knochen einwirken. Die Bruchlinien können um Millimeter bis Zentimeter differieren, können noch mit bloßem Auge, häufig aber kaum röntgenologisch festgestellt werden. Bestätigung des Vorhandenseins durch histologische Untersuchungen. Da Knochenverletzungen großen Stils, also Brüche, fast immer an den Schulterbezirk gebunden sind, liegt die Vermutung nahe, daß der hauptsächlichste Faktor die unkontrollierbare Zusammenziehung der Schultermuskulatur ist. Ob die Zersplitterung der Knochen direkt durch den Strom, oder mehr durch die Muskelkraft erfolgt, ist noch ungeklärt.

Koeppen Siegfried:

Herzerkrankungen nach elektrischen Unfällen. (Med. Univ. Polikl. Leipzig, 9. Tag u. ärztl. Aussch. d. Dtsch. Ges. f. Arbeitsschutz, Bad Nauheim, Sitzg. v. 16.—18. V. 1936.)

Wenn man das Herz bei der elektrischen Durchströmung des Versuchstieres vor und während des Herzstillstandes untersucht, findet man eine auffallende Erweiterung, die nach der Durchströmung wieder vollkommen zurückgeht. Das gleiche sieht man bei Untersuchungen am eröffneten Brustkorb. Bei 60 elektrischen Unfällen fanden sich Herzbeschwerden von längerer Dauer. Zum Teil handelt es sich um Reiz-

leitungsstörungen im Ekg., die mit dem elektrischen Unfall in Zusammenhang standen. Vier Fälle zeigten Vorhofflimmern, das in einem Falle stationär wurde. Mehrere Fälle zeigten als Erklärung für ihre Herzbeschwerden nach dem Unfall im Ekg. ventrikuläre Extrasystolen. Die weitaus größte Anzahl der Verunglückten klagte nach dem Unfall über nervöse Herzbeschwerden ohne objektiven Befund, in der Regel vegetativ stigmatisierte und nervös Kranke. Die Beschwerden verschwanden bei ihnen bald, blieben aber auch zum Teil bestehen, besonders in Verbindung mit einem Rentenkampf. Schon vorher bestehende Herzerkrankungen werden durch den elektrischen Unfall nicht im Sinne einer Verschlechterung beeinflußt.

1938

Huber Paul, Wien:

Über Unfälle durch Elektrizität.

(Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1938 Bd. 31.)

Stieda berichtet über die Verletzung eines 14jährigen Knaben, der beim Jäten auf dem Feld, während also sein Steiß gerade den höchsten Punkt seines Körpers darstellte, vom Blitz getroffen wurde, wobei ihm der After zirkulär abgerissen wurde und die Kleider so weit fortgeschleudert, daß sie 30 m weit entfernt liegen blieben. Es ist nun durchaus möglich, daß diese „mechanisch zerreißende" Wirkung als eine Explosionswirkung, also letzten Endes als eine plötzliche, örtlich streng umschriebene Wärmeentwicklung aufzufassen ist. Trotzdem würde es unserem Sprachgebrauch und unserer ganzen Vorstellungswelt widersprechen, würden wir die Tatsache der Zerreißung des Afters und des Fortfliegens der Kleider als Verbrennung bezeichnen. Ich halte es daher für unbedingt geboten, den Ausdruck „Starkstrom oder Elektrizitätsverbrennung" für die den äußeren Verbrennungen einwandfrei gleichartigen Stromdurchtrittsfolgen zu reservieren, alle anderen, in ihrem klinischen Verlauf von äußeren Verbrennungen unterscheidbaren Verletzungsfolgen hingegen mit dem nichts präjudizierenden Namen „Eelektrizitätsverletzungen" zu bezeichnen.

Die klinischen und pathologischen-anatomischen Folgen des Elektrizitätsunfalls.

Zum erstenmal hat Pietrusky 1930 darauf hingewiesen, daß er in einem Falle scheinbar eine spiralige Drehung der Zellen des Rete Malpighi feststellen konnte. 1936 gelang es Huber, Wien, solche Zellkernveränderungen in größerer Zahl und eindeutiger Ausprägung an der Gefäßwand eines Kaninchens experimentell zu erzeugen. Angeregt durch diesen Befund hat Jellinek seine Präparate einer neuerlichen Durchsicht unterzogen und dieselben charakteristischen Veränderungen in sechs Fällen ebenfalls gefunden. Er konnte dabei feststellen, daß die spiralig gedrehten Kerne in frischen Fällen von einem Aufhellungshof umgeben seien. Von besonderer Bedeutung jedoch scheint die von ihm entdeckte Tatsache, daß diese Kernveränderung durch Jahre bestehen bleiben kann, denn er konnte sie auch in Gewebschnitten aus der Nähe der Stromeintrittsstellen von Unfallsopfern nachweisen, die erst lange nach dem Unfall einer Operation unterzogen oder seziert wurden.

In einem Fall handelt es sich um ein achtjähriges Mädchen, das vom Blitz getroffen worden war und dem wegen der im Anschluß daran sich entwickelnden schweren trophischen Störungen nach drei Jahren das Bein amputiert werden mußte.

Im zweiten Fall um einen 24jährigen Ingenieur, der fünf Jahre nach einer schweren Elektrizitätsverletzung des Ellenbogens interkurrent an Diphterie starb. Da sich die Veränderungen andererseits auch bei Verunglückten, die sofort vom Strom getötet wurden, vorfand, kann es sich aber auch nicht um eine sekundäre Veränderung handeln. Wir können also unsere bisherigen Kenntnisse über diese merkwürdige Kernveränderung folgendermaßen zusammenfassen: Durch die Einwirkung der Elektrizität (sowohl atmosphärischer als auch technischer) kann es in der Umgebung der Stromdurchtrittsstellen zu einer augenblicklichen Formveränderung der Zellkerne kommen, die sich in einer spiraligen Drehung der Kerne äußert. Diese Veränderung findet sich vorwiegend in den Gefäßwandzellen, wurde aber einmal auch in den Zellen der Arrectores pilorum nachgewiesen. Sie scheint irreversibel zu sein, die Lebensfähigkeit der Zelle jedoch nicht zu beeinträchtigen.

Die elektromechanische Verletzung.

Als solche bezeichnet Jellinek jene Verletzungen, die wie mit einem stumpfen oder scharfen Instrument verursacht aussehen, also wie Schnittwunden oder aus dem Gewebe herausgerissene Löcher (unter Umständen Schußwunden ähnlich). Als den reinsten Typus der elektromechanischen Verletzung können wir den Schnitt mit dem Diathermiemesser ansehen. Am ehesten muß man unter die elektromechanischen Verletzungen auch die von Kaplan beschriebenen „Stromgänge" ein-

reihen: Spalten im Subcutangewebe, die dem Verlauf des Stromes im Gewebe entsprechen. Histologisch kann die Umgebung der elektromechanischen Verletzungen dieselben Zellveränderungen zeigen wie die Strommarken, in anderen Fällen (so auch in den Stromgängen) kann ihre Begrenzung auch Zeichen der Hitzewirkung (Verkohlung) aufweisen.

Die elektromechanischen Verletzungen können, über das Gebiet der Haut und Subcutis hinausgehend, auch tiefere Gewebsschichten durchsetzen. So sind Fälle bekannt von

Simonin:

von penetrierenden Bauchverletzungen mit Darmperforationen.

Weit schwerer elektromechanische Verletzungen, als sie in der Regel bei industriellen Elektrizitätsunfällen vorkommen, sind besonders in der älteren Literatur, nach Blitzschlägen beschrieben von

Jex-Blake, Stieda.

Huber Paul, Wien: Der Autor berichtet in seiner Arbeit:

„Unfälle durch Elektrizität" (Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1938) von besonders schön ausgebildeten Blitzfiguren, die an der Klinik bei einem Ingenieur beobachtet wurden, der im Augenblick des Einschlages mit dem Bauch gegen ein Metallgeländer gelehnt war und an der Bauchhaut die Blitzfiguren davontrug.

Die Entstehung dieser Veränderung wird so gedeutet, daß der Strom auf seinem Wege durch die Haut streng umschriebene Vasoparalysen hinterläßt. Histologische Untersuchungen ergaben nie etwas anderes als Hyperämie.

In Bezug auf Veränderungen an den Zirkulationsorganen bemerkt Huber, Wien.

Am Herzen sind anatomischen Veränderungen einerseits in Form von umschriebenen Zerstörungen, andererseits in Form von Herzmuskelzerreißungen, schließlich in Form kleiner Blutungen unter dem Endo- und Epikard beschrieben. Der erste Fall einer umschriebenen Gewebszerstörung wurde 1885 von

Liman

mitgeteilt, der bei der Obduktion eines vom Blitz Getöteten eine von Blut erfüllte Höhle im Ventrikelseptum fand.

Pietrusky

beschreibt bei einem ebenfalls sofort Getöteten die Nekrose einer Semilunarklappe.

Palugyay:

Über Unfälle durch Elektrizität.
(Huber, Wien. Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1938.)

P. beschreibt die Knochenveränderungen an der Mittelhand in der Umgebung einer Elektrizitätsverletzung und hebt hervor, daß diese Veränderungen, die übrigens das Gebiet der Weichteilverletzungen nicht unerheblich überschritten, in keines der bekannten Krankheitsbilder recht hinein passen. Der Knochen zeigte spindelige Auftreibung, ähnlich wie bei Spina ventosa oder Möller — Barlowscher Erkrankung, zugleich hochgradige Atrophie, die mehr den Eindruck einer trophoneurotischen, als den einer bloßen Inaktivitätsatrophie machte. Ganz analoge Befunde: Hochgradige Atrophie und Periostsklerosierung konnte auch Aiello in drei Fällen erheben. Doch muß auch erwähnt werden, daß die Abstoßung der Sequester auch unter dem typischen Bild der unspezifischen Osteomyelitis erfolgen kann (Jellinek, mit Röntgenbefunden von Kienböck).

Auch breite Eröffnung von Gelenken im Verlauf der Ausdehnung der Nekrosen ist mehrfach beschrieben. So von Jellinek zweimal eine solche des Ellenbogengelenks, mehrmals die des Handgelenks, wobei unter streng konservativer Therapie meist ein erstaunliches Maß von Beweglichkeit erhalten blieb.

Schließlich sei noch erwähnt, daß auch über Spätschäden am Knochensystem berichtet wird.

Bingel

sah im Anschluß an Blitzverletzungen in der getroffenen Extremität schwere Knochenatrophien vom Typus der Sudeck'schen Atrophie neben anderen trophischen und vasomotorischen Störungen. Es wurde bereits erwähnt, daß auch bei Palugyay die schwere Atrophie der über den Bereich der Lokalläsion hinaus veränderten Knochen im Vordergrund stand.

Panse

berichtet über eine schwere linksseitige deformierende Coxitis als Spätfolge (vielleicht indirekt durch eine Spinalerkrankung bedingt), ebenso

Pitrusky

über eine innerhalb von 1½ Jahren sich entwickelnde ankylosierende Coxitis bei einem 39jährigen Mann. Zimmern erwähnt eine ankylosierende Arthritis des Schultergelenks.

Was die Schädigung des Nervensystems betrifft, so ist bekannt, daß im Anschluß an Blitzschläge oder Starkstrominsulte es zu vorübergehenden oder selbst dauernden Schädigungen des Nervensystems kommen kann. Es ist daher nicht verwunderlich, daß Oberst die

Meinung aussprach (1909), „das Nervensystem scheine am empfindlichsten für Elektrizitätseinwirkung zu sein", und daß 1923 L u t h e r noch dieser Ansicht beipflichtete, indem er sich äußerte, „die allgemeine Elektrizitätswirkung treffe vor allem das Nervensystem, das periphe rische wie das zentrale". Nach unseren heutigen Ansichten ist diese Auffassung nicht mehr haltbar, und zwar einerseits, weil sich gezeigt hat, daß sich die Nervensubstanz selbst gegen die Stromwirkung sogar als auffallend widerstandsfähig erwiesen hat, andererseits, weil sich ergeben hat, daß sich die verschiedenen schweren und sicher organisch bedingten Nervenstörungen auch in Abschnitten des Nervensystems vorkommen, die nicht vom Strom selbst getroffen wurden. Daher geht die heute fast allgemeine angenommene Ansicht dahin, daß die meisten organischen Nervenstörungen nicht direkt durch den elektrischen Strom hervorgerufen seien, sondern erst auf dem Umweg über Zirkulationsstörungen zustande kommen sollen. Daraus erklärt sich auch die Häufigkeit ihrer allmählichen Entstehung im späteren Verlauf (Panse, Koeppen). Allerdings nehmen manche Autoren auch einen direkten Einfluß des Stromes auf die Nervenzellen an (Löwenstein und Mendel). Länger andauernde Erkrankungen der peripheren Nerven sind weit seltener und können auf verschiedene Weise zustandekommen. Sehr häufig sind hingegen kurzdauernde periphere Lähmungen als vorübergehende Initialerscheinungen bei technischen Unfällen, noch häufiger als Folge des B l i t z s c h l a g e s, wo sie schon von

C h a r c o t

dahin charakterisiert wurden, daß sie im Augenblick, wo der Verunglückte zu sich kommt, vorhanden sind und keine Tendenz zur Verschlimmerung zeigen. Da man nie Blasen- oder Mastdarmlähmungen gesehen hat, dürfte es sich um rein periphere Lähmungen, und zwar in erster Linie in der getroffenen Extremität handeln. In diese Schilderung fügt sich nur ein Fall von

H i r t h

nicht ein, wobei bei einem vom B l i t z getroffenen Mann eine acht Tage anhaltende Störung der Blasenentleerung bestand.

Zu den verhältnismäßig häufigen Folgen der Strom- oder B l i t z einwirkung gehören Erkrankungen der Sinnesorgane, besonders des Auges (Kataraktbildung, Netzhautveränderungen u. a.).

H u b e r Paul:

Über Unfälle durch Elektrizität. (Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1938.)

Der Autor beschreibt hier zwei Fälle:

Im ersten Fall trat bei einem 26jährigen Mann drei Jahre nach dem Unfall eine Gangrän der Großzehe auf, die sich spontan demarkierte

und abfiel. Nach weiteren drei Jahren bildete sich derselbe Befund an der anderen großen Zehe aus. Vom Unfall an bestehende Brückensymptome machten den Zusammenhang wahrscheinlich.

Im zweiten Fall bildete sich bei einem 35jährigen Mann nach einem Elektrizitätsunfall nach einem beschwerdefreien Intervall von fünf Monaten allmählich das typische Bild der Raynaud'schen Gangrän mit vorwiegender Beteiligung der rechten Hand aus. Der Ringfinger mußte im Mittelglied enukleiert werden. Außerdem wurde bei dem Patienten von Walzel die Extirpation des Gangleon stellatum zunächst mit sehr befriedigendem Erfolg ausgeführt. Der Patient war einige Monate später zur Begutachtung auch an unserer Klinik aufgenommen. Dabei schien der Erfolg der Sympathektomie bereits wieder nachzulassen. Die Fingerenukleationswunde war noch nicht verheilt. Eine von uns vorgenommene Arteriographie ließ nichts Charakteristisches erkennen. In dem von Prof. Jellinek erstatteten Gutachten wurde der Zusammenhang des Leidens mit dem Elektrizitätsunfall mit Wahrscheinlichkeit bejaht. Einen ähnlichen, wenngleich leichteren Fall sah Pietrusky.

Weiter wird von Huber, Wien, in seiner Abhandlung über: „Unfälle durch Elektrizität" eine Beobachtung von

Bingel

beschrieben.

Er sah in zwei Fällen nach Blitzschlägen hochgradige Dystrophie der Muskeln bei quantitativer Herabsetzung der Erregbarkeit ohne Entartungsreaktion, handschuhförmige Hypästhesien, die weder dem Ausbreitungsgebiet von Segmenten noch den peripheren Nerven entsprachen, gleichzeitig schwere Knochenatrophie nach Art der Sudeck'schen Atrophie. Er faßt all diese Symptome als Störungen der vegetativen Muskelinnervation infolge Schädigung der vegetativen Gefäßwandelemente auf und bringt sie in Analogie zur Raynaud'schen Erkrankung. Ein besonders interessanter, leider in seinen Einzelheiten nicht näher bekannter Fall, der in dieselbe Gruppe gehören dürfte, ist erwähnt von

Jellinek.

Es handelt sich um ein achtjähriges Mädchen, das im Anschluß an eine Blitzverletzung so schwere trophische Störungen der betreffenden unteren Extremität aufwies, daß drei Jahre später die Amputation des Beines notwendig wurde. Hierbei wurden noch die charakteristischen spiralig gedrehten Zellkerne an den Gefäßwänden gefunden.

Nicht immer jedoch äußert sich die Störung des vegetativen Nervensystems an den Extremitäten. Eine besonders lehrreiche Beobachtung verschiedenartiger Sympaticusstörungen stammt aus der Klinik:

Clairmont. (Dimtza)

Ein 44jähriger Arbeiter erlitt einen Elektrizitätsunfall. Es bestanden ziemlich erhebliche Verbrennungen in beiden Hohlhänden. Im weiteren Verlauf waren außer Blutungen und Infektion vor allem die Sympaticusstörungen bemerkenswert, die sich in einseitigem Horner, halbseitigem Schwitzen, vorübergehender hochgradiger Glycosurie und in einer durch mehr als 3 Wochen sich hinziehenden Darmparalyse äußerten. Letztere ging mit einer röntgenologisch nachweisbaren mächtigen Blähung und Spiegelbildung einher, ließ sich aber durch konservative Maßnahmen (Darmspülungen, Hypophysenpräparate) überwinden.

Was den Tod durch Elektrizität betrifft, so scheinen offenbar die Ursachen verschiedene zu sein,

Jellinek

unterscheidet einen Tod durch Hirnlähmung, durch Erstickung, einen solchen durch Herz- oder Vasomotorenlähmung, Tod durch Verbrennung und solchen durch begleitende Komplikationen (Absturz, Ertrinken, Erstickung).

Schwyzer

trifft eine etwas andere Einteilung:

1. Allgemeiner, momentaner Zelltod z. B. bei Blitztodesfällen und bei sehr hochgespanntem Gleichstrom.
2. Hirntod, durch Erschütterung der Nervenzellen.
3. Herztod durch Aufhebung der Zirkulation bei Überreizung der Herzmuskelfasern.
4. Tod durch Erstickung infolge krampfhafter Kontraktion der Atemmuskulatur.
5. Verbrennungtod.
6. Indirekter Tod.

Wegelin

glaubt auf Grund einer Sammelstatistik der pathologischen Institute der Schweiz (80 Obduktionsbefunde), daß der reine Stromtod in der Regel ein Tod durch Asphyxie sei, seltener ein primärer Herztod und noch seltener ein primärer Hirntod.

Eine für die Einstellung zu den Problemen der Hilfeleistung besonders wichtige Frage ist die, ob die für die plötzlichen Todesfälle verantwortlichen Funktionsstörungen des Kreislaufs und des Zentralnervensystems vom ersten Augenblick an irreversibel sind oder ob es sich

zunächst nicht um eine Zerstörung, sondern um eine Ausschaltung (oder Hemmung, „Inhibition") der Funktion handle, die durch eine gewisse Zeit hindurch noch als rückbildungsfähig betrachtet werden muß.

Den Kliniker interessiert aber nicht so sehr die theoretischen Streitfragen, als vielmehr die praktische Frage, ob die Annahme vom „Scheintod" in pathologisch-anatomischen Befunden, besonders aber in therapeutischen Erfolgen eine Stütze findet. Diese Frage muß bejaht werden.

Zunächst liegen mehrere Beobachtungen vor, die beweisen, daß für todgehaltene Unfallsopfer Zeichen eines nach dieser Zeit noch fortdauernden Kreislauf aufwiesen. Hierher gehört die interessante Beobachtung

Schneiders,

der bei einem Verunglückten, bei welchem eine Stunde nach dem Unfall eine Lumbalpunktion ausgeführt wurde, in der Umgebung dieses Stichkanals vitale Reaktion vorfand, obwohl der Verunglückte vom Augenblick des Unfalls an keine Lebenszeichen mehr gezeigt hatte.

Ferner muß je eine gleichartige Beobachtung hieher gezählt werden von

Jellinek und Pitrusky.

Bei kaltem Wetter entwickelte sich im Leichenhaus vor dem Munde der aufgebahrten Opfer ein Schaumpfropf, der vorher nicht vorhanden war und der von beiden Autoren als Ausdruck fortdauernder Atemtätigkeit gedeutet wird.

Der lehrreichste Fall ist wohl der von:

Spilsbury

mitgeteilte.

Bei einem Verunglückten stellte der nach etwa 10 Minuten am Unfallsort erschienene Arzt den Tod fest und ordnete die Einstellung der künstlichen Atmung an. Die Arbeitskameraden leisteten aber dieser Anordnung nicht Folge, setzten die Rettungsmaßnahmen weiter fort und erreichten nach etwa einer Stunde die Wiederkehr der Spontanatmung.

Goette erwähnt eine gelungene Wiederbelebung nach 7 Stunden.

Hoffmann zwei Fälle nach vier Stunden (Blitzunfälle).

Jellinek nach drei und zwei Stunden.

Erfolgreiche Durchführung der künstlichen Atmung durch 1½ Stunden ist mehrfach beschrieben.

Vermeidung diagnostischer und prognostischer Irrtümer.

Die Tatsache, daß eine Reihe von Verunglückten, die kurz nach dem Unfall anscheinend keine schweren Beeinträchtigungen des Allgemeinbefindens aufwiesen, im Verlauf der nächsten Stunden oder Tage ernste Störungen, besonders von Seiten des Kreislaufs- oder Nervensystems zeigten, ja daß bei Verunglückten, die zunächst einmal nicht ihre Arbeit unterbrachen, sich tödliche Allgemeinkomplikationen einstellten, muß als Mahnung dienen, bei jedem Elektrizitätsunfall die Prognose ernst zu stellen, den Verletzten nicht aus dem Auge zu lassen, sondern ihn nach Möglichkeit im Krankenhaus aufzunehmen. Wir müssen hier dieselbe Vorsicht walten lassen wie bei der Commotio cerebri, um so mehr, als ja die Elektrizitätsunfälle gar nicht so selten mit einer solchen, dabei anamnestisch oft schwer eruierbaren, kombiniert sind.

Den übersehenen Nebenverletzungen kommt eine besondere Bedeutung zu, wenn man den Begriff der mechanischen Nebenverletzung weit faßt und zu ihnen auch die Fracturen und Luxationen durch Muskelzug rechnet. Panse gibt der Überzeugung Ausdruck, daß nicht wenige „Neuritiden" nach Elektrizitätsunfällen auch Schmerzen infolge übersehener Knochen- oder Gelenksverletzung zurückzuführen seien.

Burrows

veröffentlicht in drei Fällen von Collum humeri-Fractur, wonach die Fractur einmal nach neun Wochen, einmal nach 45 Tagen (das am fünften Tag aufgenommene Röntgenbild ließ die Verletzung noch nicht erkennen), nur einmal sofort erkannt. Eine Humerusfractur, über die

Jellinek

berichtet, wurde erst nach 1½ Jahren gelegentlich einer Begutachtung wegen der als Angina pectoris gedeuteten Schmerzen im Oberarm festgestellt.

Einen tragischen Ausgang nahm ein von

Panse

mitgeteilter Fall, bei dem sich die unerträglichen Schmerzen, die den Mann zum Selbstmord trieben, vielleicht durch die Erkennung der Fractur hätten lindern lassen.

Tetanusinfektionen bei Elektrizitätsunfällen (technischer als auch atmosphärischer) zählen zwar zu den Seltenheiten, sind aber doch in so großer Zahl beschrieben, daß sie unsere Aufmerksamkeit auf sich lenken müssen (Chiari, Förster, Hoffmann, Oberst, Pietrusky zwei Fälle, Senante drei Fälle, Wainwright).

Die Angabe von Senante, daß Wainwright in seiner Großen Sammelstatistik über Tetanus (3981) keinen Fall erwähnt, beruht auf einem Irrtum. Er hebt einen nach einer Blitzverbrennung ausdrücklich hervor und erwähnt auch die technische Elektrizität als eine Ursache der

Verbrennungen, die von Tetanusinfektion gefolgt sein können. Soweit die Literatur bekannt, verliefen bisher alle Fälle tödlich, auch der Fall 2 von Senante, der sofort nach dem Unfall eine Tetanusantitoxininjektion erhalten hatte. Senante mißt dem Umstand, daß bei zwei seiner Patienten eine primäre Wundexcision vorgenommen worden war, eine besondere Bedeutung am Ausbruch der Infektion bei, da in seinen Tierversuchen die Kombination von elektrischem und mechanischem Trauma bei den Versuchstieren die Gefahr des Ausbruchs der Krankheit wesentlich steigerte.

Wichtig ist für uns jedenfalls die Tatsache, daß bei Elektrizitätsverletzungen die sofortige prophylaktische Verabreichung von T. A. T. unbedingt indiziert ist und daß ihre Unterlassung auf dem Kongreß für erste Hilfe und Rettungswesen in Kopenhagen als unverantwortlicher Fehler bezeichnet wurde (M a g n u s).

Es ist am Schluß der Literaturbeiträge vielleicht ganz interessant einige Zahlen aus der Arbeit von

J e x - B l a k e

anzuführen, die sich auf die jährlichen B l i t z todesfälle beziehen: Berechnet auf 1 Million Einwohner,

in England und Wales 0,36,
in Belgien 2,
in Frankreich und Schweden 3,
in Preußen 4,4,
in Steiermark und Kärnten etwa 10,
in den Vereinigten Staaten 10,
in Ungarn 16.

Im Anschluß an die Beiträge aus der Literatur, die doch zeigen wie mannigfach die Einstellung der einzelnen Autoren zu den, den Blitzschlagverletzungen eigenen Symptomen ist, bringe ich noch zwei eigene Fälle von Blitzschlagverletzungen, wie ich sie an der Münchner Chirurgischen Klinik l. d. Isar beobachten konnte.

1. Fall:

Johann Jocher.

Geboren am 2. II. 1903. Zwilling: nein:

Vorgeschichte: Familienanamnese o. B. 1925 Lungenentzündung.

Unfallhergang: Am 28. Juni 1937 um 15 Uhr 30 in Klein-Weil (zwischen Kochel und Murnau) im Hochmoor. Der Patient war mit seiner Frau und der Magd soeben dabei, das Heu einzubringen. Gemäß Angabe zogen an diesem Tage mehrere Gewitter auf. Um 15 Uhr ereignete es sich, daß gleichzeitig vom Norden und Süden ein sogenanntes „Hochwetter" aufeinander prallte. Sofort schlug der Blitz in ein Waldstück, das zirka 200 m vom Arbeitsplatz entfernt lag, ein. Jetzt beeilte sich der Patient mit dem Aufladen, und fuhr zum Stadel. Inzwischen setzte Regen ein, der die Magd, sowie auch die Frau des Patienten veranlaßte, im Heustadel unterzustehen. Die Magd war bereits drinnen, als die Frau sich anschickte, einzutreten. Im selben Moment schlug der Blitz in den Giebel des Daches. Der Patient, der vor dem Stadel auf dem Mooskarren stand, fiel bewußtlos rücklings auf den Erdboden. Beim Erwachen bemerkte er plötzlich, daß er unfähig war, sich zu erheben. Nach Angabe zog die Uhr in der linken Westentasche den Blitz an. Der Uhrenring war geschmolzen. Der Patient trug Verbrennungen an der linken Seite, am linken Arm und Hand (einschließlich Ringfinger) sowie an beiden Beinen davon. Auf die Hilferufe liefen Nachbarn herbei, um die beiden Frauen aus dem nunmehr brennenden Heuschober zu tragen. Beide wiesen erhebliche Verbrennungen am ganzen Körper auf, sowie einen Hautdefekt in der Herzgegend. Der Tod dürfte auf der Stelle eingetreten sein. Die ärztliche Versorgung des Patienten wurde von Herrn Dr. med. Schreyer in Schlehdorf geleistet.

Allgemeiner Befund: Sehr kräftiger, mittelgroßer Mann in gutem E.Z.und A.Z. Kopf: Schädel o. B. Augen: Pupillen mittelweit rund, reagieren gut auf L. und C. Hals: o. B. Thorax: Symetrisch. Herz: Grenzen nicht verbreitet, Töne rein, keine Geräusche. Lunge: Grenzen normal, keine R. Gs. Vesiculäratmen. Abdomen: Kein Druckschmerz. Leber und Milz o. B. Extremitäten o. B.

Verlauf: Nach Angabe des Patienten konnte er bereits nach 24 Stunden seine Arbeit wieder aufnehmen.

2. Fall:

Hermann Pfister.

Stand: Dipl.-Landwirt. Geb. 22. 6. 1911. Zwilling: nein.

Vorgeschichte: Familie o. B. Patient war nie ernstlich krank.

Unfallhergang: Patient war am 24. 7. 1938 auf einer Bergtour auf der Pyramidenspitze (Kaiser). Als ein Gewitter aufzog, stellte er sich unter einen Unterstand, in den der Blitz einschlug. Patient war drei Stunden benommen und hatte mehrere Brandwunden. Am Montag wurde Patient abtransportiert und in die Klinik gebracht, wo er am 25. 7. 1938 um 12 Uhr eintraf.

Allgemeiner Befund: Patient in gutem A.Z. und E.Z. Haut und sichtbare Schleimhaut gut durchblutet.

In der rechten Gesichtshälfte eine handgroße Brandwunde zweiten Grades. Am rechten Arm an der Außenseite dreimarkstückgroße Brandwunden am Oberarm, Ellenbogen und Unterarm. An beiden Füßen an der Ferse und an den Zehen kleinere Brandwunden. Die inneren Organe sind ohne path. Befund. Nervensystem bei grober Prüfung intakt.

Diagnose: Verbrennungen ersten, zweiten und dritten Grades in Gesicht, an der Schulter und Ellenbogen und an beiden Füßen nach Blitzschlag.

Therapie: Entfernung der nekrotischen Gewebeteile, Salbenverbände, Verbände mit Essigsaurertonerde, um ein Abstoßen der noch festhaftenden Nekrosen zu bewirken.

Verlauf: 3. 8. 38. Heute morgen gegen 7 Uhr plötzlich stark auftretende Arrosionsblutungen aus dem Ram. frontalis der Art. temp. rechts. Das Gefäß wird im Operationssaal mit Catgutt umstochen.

12. 8. 38. Die flächenhafte Wunde auf der rechten Wangenseite ist unter dem Schorf tadellos geheilt. In der rechten Schläfengegend findet sich eine zweimarkstückgroße runde granulierte Wunde, die unter dem Niveau der Haut liegt. Am Oberarm rechts und in der rechten Ellenbogengegend ebenfalls tiefliegende granulierende markstückgroße Wunddellen. Weiterhin solche in beiden Fersen und an der rechten Großzehe. Genaue Lagen der Wunden siehe Photos. An der linken Großzehe ist die Wunde so tief, daß Knochen der Endphalange sichtbar ist.

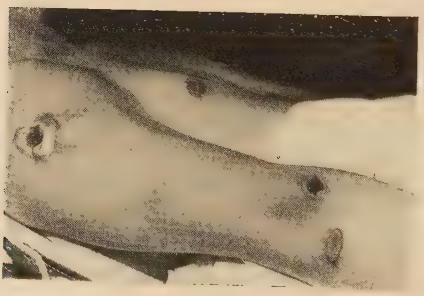
13. 8. 38. Da sich die Wunden nicht schließen, wurde heute Reverdin durchgeführt. Die Wunde an der Großzehe granuliert langsam. Der Patient fühlt sich wohl.

20. 8. 38. Verbandwechsel. Alle Pfröpflinge sind gut angegangen.

23. 8. 38. Patient steht heute zum erstenmal auf. Keine Beschwerden. Wundkrater vollkommen mit Granulationsgewebe ausgefüllt.

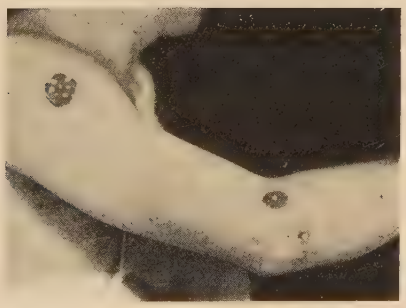
Hermann Pfister

Befund bei der Einlieferung am 25. Juli 1938



Hermann Pfister

Befund bei der Entlassung am 2. September 1938



2. 9. 38. Patient wird heute entlassen. Endzustand siehe Photos. Sämtliche Wunden sind mit Granulationsgewebe ausgefüllt, aber noch nicht überhäutet. Die Wunden an den Fersen und an der Großzehe rechts vollkommen abgeheilt. Die Wunden an der Großzehe links noch etwas unter der Haut gelegen. Patient fühlt sich wohl und ist sonst beschwerdefrei.

Zusammenfassend, auf Grund der zwei soeben aufgeführten Fälle, sowie der vorhergehenden Referate sei gesagt, daß die Therapie der Blitzschlagverletzungen sehr aussichtsreich erscheint, zumal sie an und für sich durch eine große Heilungstendenz ausgezeichnet sind. Die verschiedenen früher angeführten Blitzschlagsymptome waren auch bei beiden Patienten zu beobachten.

Die große Heilungstendenz dieser Art von Verletzungen kommt zur vollen Auswirkung, wenn man streng konservativ vorgeht, was aber nicht besagen soll, daß man sich inaktiv verhalten, sondern daß man im Gegenteil mit größter Aufmerksamkeit den Zustand der Verletzung unter Heranziehung aller erforderlichen Hilfsmittel verfolge, daß man den Zustand der Verletzung an dem Gesamtbefinden des Kranken abwäge und rasch eingreife, wo Gefahr im Verzuge ist, kausale Therapie im besten Sinne des Wortes treibe und schließlich niemals aus dem Auge lasse, daß die Therapie der Blitzschlagverletzungen ihre eigenen Aspekte und ihre neuen Kriterien habe, ebenso wie deren Klinik und Pathologie selber.

Zum Schluß möchte ich noch einer angenehmen Pflicht nachkommen und Herrn Priv.-Doz. Dr. J a e g e r für die Übernahme des Referates, sowie für eventuelle Anregungen meinen Dank aussprechen.

LEBENSLAUF

Max B l e y e r, geboren am 22. September 1911 in München, als Sohn des kaufmännischen Angestellten Pongraz Bleyer und seiner Ehefrau Franziska Bleyer, geb. Maier. Nach der üblichen Volksschulzeit in München, trat ich in die Rupprecht-Oberrealschule ebenfalls in München ein und absolvierte dieselbe im Februar 1932. Meine Vorliebe für biologische, naturwissenschaftliche sowie chemische Fragen wiesen mir den Weg zum pharmazeutischen Studium. Leider verzögerte sich dieses Vorhaben infolge der damaligen Sperre fast um ein Jahr. In dieser Zeit betätigte ich mich als Werkstudent. Am 19. März 1935 legte ich meine pharmazeutische Vorprüfung in München ab. Als Apothekenassistent arbeitete ich nun ein halbes Jahr in der Residenz-Apotheke zu München.

Der ständige berufliche Kontakt mit dem kranken Publikum, meine Vorliebe für medizinische Fragen brachten mir allmählich die Gewißheit, daß mich die Pharmazie auf die Dauer nicht befriedigen könne. Ich entschloß mich daher, mich ganz dem medizinischen Studium und zwar als künftiger Sanitätsoffizier zu widmen.

Am 1. Dezember 1936 wurde ich als Fahnenjunker (i. San.-Korps) bei der 7. Komp. I. R. 27, Rostock angenommen. Zugleich belegte ich an der dortigen Universität medizinische Vorlesungen. Mit dem 1. April 1937 setzte ich mein Studium in Berlin fort. Nach dem WS 37/38 legte ich daselbst den zweiten Abschnitt der ärztlichen Vorprüfung ab. Die beiden nun folgenden Studienhalbjahre verbrachte ich an der Universität in München. Die restlichen drei Semester zur Vollendung meines medizinischen Studiums verbrachte ich an der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin.

Ich befinde mich zur Zeit im medizinischen Staatsexamen. Ich versichere hiemit ausdrücklich, daß die gemachten Angaben der Wahrheit entsprechen.

M. B l e y e r.